

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2003年 2月28日
Date of Application:

出願番号 特願2003-054582
Application Number:

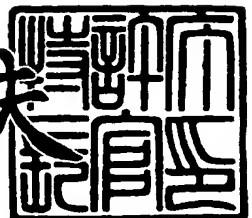
[ST. 10/C] : [JP2003-054582]

出願人 株式会社デンソー
Applicant(s):

2004年 1月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 PNID4281

【提出日】 平成15年 2月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 奈良 健一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 井上 誠司

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 萩原 康正

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100082500

【弁理士】

【氏名又は名称】 足立 勉

【電話番号】 052-231-7835

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007102

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1



【包括委任状番号】 9004766

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 流体駆動装置、及び、熱輸送システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流路内に充填された流体を、該流路方向に振動させるための流体駆動装置であって、

前記流路の両端部に連通され、可動子を摺動自在に収容すると共に、前記流路内の流体を、該可動子の摺動方向両端部と前記流路の各端部との間に介在する空間に収容する可動子収容部と、

前記可動子を前記可動子収容部内で摺動方向に往復運動させる駆動手段と、
を備え、前記駆動手段を用いて前記可動子を往復運動させることで、前記流路
内に充填された流体を前記流路方向に振動させることを特徴とする流体駆動装置
。

【請求項 2】 前記可動子収容部は、前記流路の両端部に連通された筒状のシリンダであり、

前記可動子は、該シリンダ内を、前記摺動方向としてのシリンダ軸線方向に沿って往復運動するピストンであることを特徴とする請求項 1 に記載の流体駆動装置。

【請求項 3】 前記可動子は、摺動材を備えており、
前記可動子の摺動面は、該摺動材により構成にされていることを特徴とする請
求項 1 又は請求項 2 に記載の流体駆動装置。

【請求項 4】 前記可動子は、自身中央より摺動方向に沿って両側に対称的な位置に、一対の前記摺動材を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の流体駆動装置。

【請求項 5】 前記摺動材は、前記駆動手段の動作によって前記可動子に作用する力の作用点の周囲に、設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の流体駆動装置。

【請求項 6】 前記可動子は、磁性体を備え、
前記駆動手段は、前記可動子を磁力によって往復運動させることを特徴とする
請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれかに記載の流体駆動装置。

【請求項 7】 前記可動子は、磁性体を備えると共に、該磁性体周囲に前記摺動材を備えており、

前記駆動手段は、前記可動子を磁力によって往復運動させることを特徴とする請求項 3 に記載の流体駆動装置。

【請求項 8】 前記磁性体は、永久磁石であることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の流体駆動装置。

【請求項 9】 前記可動子は、摺動方向に沿って所定間隔離れた位置に、同一種の磁極が対向するように配置された一対の前記永久磁石を備えることを特徴とする請求項 8 に記載の流体駆動装置。

【請求項 10】 前記可動子は、

自身中央部を構成する可動子中央構成部材と、

自身端部を構成する可動子端部構成部材と、

を備えており、

該可動子中央構成部材と可動子端部構成部材との間に前記永久磁石が介挿された状態で、螺子により、前記可動子中央構成部材と、前記永久磁石と、前記可動子端部構成部材と、が連結されて構成されることを特徴とする請求項 9 に記載の流体駆動装置。

【請求項 11】 前記一対の永久磁石は、前記可動子の中央より対称的な位置に設けられていることを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の流体駆動装置。

【請求項 12】 前記駆動手段は、

前記可動子収容部の前記可動子摺動方向に沿う側面を包囲する環状の励磁コイルと、該励磁コイル外周を包囲する磁路形成用のヨークと、を備え、前記可動子収容部内において前記可動子の摺動方向に磁束を発生させる電磁石、

を備えており、該電磁石の磁極を周期的に反転させて、前記可動子を、前記可動子収容部内で往復運動させることを特徴とする請求項 6 ~ 請求項 11 のいずれかに記載の流体駆動装置。

【請求項 13】 前記可動子収容部の両端部に固定されると共に、前記ヨークを、前記可動子収容部に対して非接触の状態で、固定する接続材、を備えること

を特徴とする請求項 1 2 に記載の流体駆動装置。

【請求項 1 4】 前記励磁コイルは、前記可動子収容部の側面に対し空隙を有した状態で、前記ヨークに固定されることを特徴とする請求項 1 2 又は請求項 1 3 に記載の流体駆動装置。

【請求項 1 5】 前記可動子端部を付勢して、該可動子を、前記可動子収容部内の所定位置に摺動可能に配置するためのバネ材と、

該バネ材を、前記可動子収容部内において前記付勢力を有した状態で固定するためのバネ係止部と、

を備えることを特徴とする請求項 6 ~ 請求項 1 4 のいずれかに記載の流体駆動装置。

【請求項 1 6】 前記可動子収容部における前記可動子摺動方向に垂直な断面の面積は、前記流路の断面積より大きいことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 1 5 のいずれかに記載の流体駆動装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 ~ 請求項 1 6 のいずれかに記載の流体駆動装置と、該流体駆動装置の前記可動子収容部に連通する流路を備え、前記流体駆動装置の動作によって該流路内で振動する流体と熱交換して、外部の熱源から前記流体に供給される熱を、低温部へと輸送する熱輸送体と、
を備えることを特徴とする熱輸送システム。

【請求項 1 8】 前記熱輸送体は、隣接する流路で流体の移動方向が互いに逆方向となる構成にされており、前記流体駆動装置の動作によって該流路内で振動する流体と熱交換して、流体が有する熱を隣接する流路の流体に輸送し、外部の熱源から前記流体に供給される熱を、低温部へと輸送することを特徴とする請求項 1 7 に記載の熱輸送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、流路内に充填された流体を、その流路方向に振動させるための流体駆動装置、及び、その流体駆動装置を用いた熱輸送システム、に関する。

【0002】

【従来の技術】

周知のように、熱は、フーリエの法則に従い、温度勾配 ΔT に比例して高温部から低温部へと伝導する。この際の比例定数は、熱伝導率と呼ばれ、熱が伝導される媒体によって変化する。しかしながら、熱伝導率は、気体、液体、固体を含めても、5桁程度しか変化しないため、熱を輸送しようとする場合には、熱の輸送量に制限を受けることになる。

【0003】

このような問題を解決すべく、近年では、流体を振動させることによって、熱を輸送する方法が考えられている。この熱輸送方法は以下に説明する原理を利用したものである。尚、図8は、この熱輸送の原理を示した説明図である。

ここでは、原理を簡単に説明するため、円管内に流体があり、その円管内における流体の振動中心Cを基準として、その中心Cより左側のL点に低温部が存在し、中心Cより右側のH点に高温部が存在することにする。そして、振動がない場合において振動中心Cに存在する一部流体を要素Eとし、この要素Eが、H点に半周期滞在し、即座にL点に移動して、そこで半周期滞在し、その後に即座にH点に戻るという矩形波振動を考える。尚、図8(a)には、振動がない場合の要素Eの位置を示し、図8(b)には、高温部に要素Eが移動した際の熱の移動方向を矢印(実線)で示し、図8(c)には、低温部に要素Eが移動した際の熱の移動方向を矢印(実線)で示す。

【0004】

このモデルでは、振動がない場合において中心Cに存在する要素EがH点に移動した際、H点における円管壁の温度が要素Eより高いので、要素Eは、円管壁から熱をもらう。そして、要素Eが振動によりH点からL点に移動すると、L点での円管壁の温度は要素Eより低いので、要素Eは円管壁に熱を吐き出す。

【0005】

即ち、このモデルによると、H点の円管壁の熱は、振動する流体(要素E)を通じて、高速にL点の円管壁に輸送される。仮に振動がない場合、熱は、H点からL点へと少しづつ連続的に移動するため、その熱伝導率は、流体を振動させた場合と比較して大きく劣る。換言すると、上述のように流体を振動させることで

、見かけ上の熱伝導率は大きく向上する。

【0006】

この熱輸送方法を用いれば、例えば、マイクロプロセッサから生じる熱を高速に拡散させることができ、ノート型パーソナルコンピュータにおけるマイクロプロセッサの発熱問題などを解決することができる。

また、この熱輸送方法によれば、振幅、周期等を変更することで、見かけ上の熱伝導率を、自由に変更することができる。この機能を利用すれば、例えば、流体の振動をオン／オフすることで、熱輸送をオン／オフ可能な熱スイッチなる新規のデバイスを作成することができ、大変便利である。

【0007】

ところで、この熱輸送方法を用いた熱輸送システムは開発初期段階にあり、本発明者らは、熱輸送システムに適した流体駆動装置を開発する必要に迫られている。尚、周知の流体駆動装置としては、人工心臓等に用いられるポンプ装置（リニア振動アクチュエータ等）が知られている（例えば非特許文献1）。

【0008】

【非特許文献1】

大石由紀子、他3名、

「長ストローク化を考慮したリニア振動アクチュエータの設計」

電気学会マグネティックス・リニアドライブ合同研究会資料、

社団法人電気学会、1994年10月、MAG-94-118、

LD-94-63、p. 1-7

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した原理の熱輸送システムでは、流体を振動させるといった従来にはない手法を用いるので、既存の流体駆動の手法を単に熱輸送システムに適用しただけでは様々な問題が生じる。

【0010】

例えば、既存の手法を用いて流体を振動させる場合には、図9 (a) に示すように、ポンプ装置80を流路の片側に接続して、その流路の一端から流体5を振

動させることが考えられる。しかしながら、このような手法を採用すると、圧力損失が大きいため、ポンプ装置 80 から遠く離れた末端の流体 5 を駆動することが困難になる。特に、流体 5 をポンプ装置 80 側に引き込む際には、末端の流体 5 を適切にポンプ装置 80 側に引き込むことができないため、流路内にキャビテーション（気泡）が生じてしまう。また、末端の流路を閉塞することができないため、流路の末端を、下方に向けることができないなど流路の形状に関して制約が生じる。

【0011】

一方、図9（b）に示すように、流路の両端部に、夫々ポンプ装置 80 を設けて、2台のポンプ装置 80 で流体 5 を駆動するように熱輸送システムを構成すると、上述のキャビテーションなどを生じさせることなく、流体 5 を振動させることができる。しかしながら、このようなシステムでは、2台のポンプ装置 80 を用いるため、コスト面での欠点が大きい。また、2台のポンプ装置 80 を同期動作させる必要があるため、ポンプ装置 80 の制御が煩雑になるといった問題がある。

【0012】

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、流路内に充填された流体を、その流路方向に振動させるのに好適な流体駆動装置を提供することを第一の目的とし、その流体駆動装置を用いて流体を振動させることにより熱を輸送する高性能な熱輸送システムを提供することを第二の目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するためになされた請求項 1 記載の発明は、流路内に充填された流体を、その流路方向に振動させるための流体駆動装置であって、可動子と、その可動子を収容する可動子収容部と、可動子を往復運動させるための駆動手段と、を備える。

【0014】

可動子収容部は、流路の両端部に連通された空間を備えており、可動子を摺動自在に収容すると共に、流路内の流体を、可動子の摺動方向両端部と流路の各端

部との間に介在する上記空間に収容する。駆動手段は、可動子を可動子収容部内で摺動方向に往復運動させることで、可動子両端部に隣接する上記空間に収容された流体を可動子に駆動させる。即ち、本発明の流体駆動装置は、駆動手段を用いて可動子を往復運動させることで、流路内に充填された流体を流路方向に振動させる。

【0015】

このような構成にされた請求項1記載の流体駆動装置によれば、可動子の移動分だけ可動子収容部内の一端から流路に流体が吐き出され、他端から同量の流体が流路から吸引されるため、可動子を往復運動させても、流路内における流体の体積が変化せず、流路内にキャビテーションが生じない。よって本発明の流体駆動装置によれば、キャビテーションを原因とする装置の振動、騒音等の発生を抑制することができ、流路内の流体を精度よく適切に振動させることができる。

【0016】

また、本発明によれば、流体のポンプ機構を装置内に複数個設ける必要がなく、単一の可動子を可動子収容部内で往復運動させる程度で、適切に流路内の流体を振動させることができる。したがって、本発明によれば、可動子を駆動するための駆動手段を複数個設ける必要がなく、複数のポンプ機構（図9（b）参照）が存在する場合に必要な駆動手段の同期等も必要ない。結果、本発明によれば、可動子の駆動制御を簡単に行うことができ、流体を振動させるのに好適な流体駆動装置を安価に提供することができる。

【0017】

その他、本発明の流体駆動装置によれば、流路の両端が可動子収容部に連通されるため、流路及び可動子収容部によって密閉した空間を形成すれば、駆動対象の流体を、その密閉空間に収容することができ、流体の外部への流出を容易に防止することができる。また、本発明によれば、可動子が往復運動しても、流体が存在する空間の体積が一定に保たれるため、上記密閉空間を形成しても、流路内の圧力が下がってキャビテーションが生じるなどといった現象が発生しない。したがって、本発明の流体駆動装置は、流体を振動させて熱を輸送する熱輸送システムに好適な装置と言える。

【0018】

尚、請求項1記載の流体駆動装置においては、例えば、可動子収容部を、筒状のシリンダで構成し、そのシリンダを流路の両端部に連通させればよい。このような構成にされた請求項2記載の流体駆動装置では、ピストンとして構成された可動子が、シリンダ内を、シリンダの軸線方向に沿って往復運動して、流路からシリンダ内に流入する流体を流路内へ送出する。この発明によれば、簡単な構成で請求項1に記載の流体駆動装置を作成することができ、熱輸送システムに適した流体駆動装置を安価に提供することができる。

【0019】

ところで、本発明の流体駆動装置においては、可動子に摺動材を設け、可動子収容部内壁と接する可動子の摺動面を、その摺動材で構成すると良い。このように構成された請求項3記載の流体駆動装置によれば、可動子収容部内壁に軸受を設けることなく、可動子をスムーズに駆動することができ、装置の低コスト化を図ることができる。また、装置の耐久性を向上させることができ。尚、摺動材としては、テフロン（登録商標）、カーボン、或いはニッケルめっき材等を用いることができる。特に熱輸送システムにおいては、熱輸送能力との関係から流体の種類に制限を受けるから、摺動能力の高い上記材料を用いると効果的である。

【0020】

また、上記摺動材は、請求項4記載のように、可動子中央より摺動方向に沿って両側に対称的な位置の夫々に設けられると良い。請求項4記載の流体駆動装置のように、摺動材を可動子の中心より対称的な位置に一対設けて、その位置に可動子の摺動面を形成すれば、可動子の偏心を抑制することができる。よって、この流体駆動装置によれば、可動子を適切に摺動方向に往復運動させることができる。尚、摺動材は、可動子の両端部に設けられると一層好ましい。このようにすれば、偏心量を一層小さくすることができる。

【0021】

その他、摺動材は、駆動手段の動作によって可動子に作用する力の作用点の周囲に、設けられても良い。請求項5記載のように、力の作用点の周囲に摺動材を設けると、可動子をスムーズに駆動することができるので、装置の耐久性を向上

させることができる。また、偏心量を小さくすることができる。

【0022】

また、本発明の流体駆動装置においては、可動子に磁性体を設け、磁力によつて可動子を往復運動させるように駆動手段を構成するとよい。このように構成された請求項6記載の流体駆動装置によれば、可動子収容部の外部に駆動手段を設けて、その駆動手段により可動子収容部内に磁界を形成し、可動子を往復運動させることができる。よって、本発明によれば、可動子収容部内において複雑な機構や電気的な構造を設けずに済み、短絡等を防止するためにシール材を多用する必要がなく、流体駆動装置を安価に製造することができる。

【0023】

尚、この流体駆動装置には、請求項7記載のように、磁性体周囲に、摺動材を設けると良い。可動子の推力は、駆動手段により磁性体周囲に及ぼされることになるので、その磁性体周囲に摺動材を設けると、可動子をスムーズに駆動することができ、偏心量を小さくすることができる。

【0024】

また、可動子には、上記磁性体として永久磁石を設けるのがよい。このように構成された請求項8記載の流体駆動装置によれば、永久磁石から発生する磁束を利用して、高効率に可動子を駆動することができる。また、可動子に磁極を配置することで、可動子を所望の方向にスムーズに駆動することができる。

【0025】

尚具体的には、可動子の摺動方向に沿う所定間隔離れた位置に、上記永久磁石を、同一種の磁極（N極若しくはS極）が対向するようにして、一対配置するのがよい。このように構成された請求項9記載の流体駆動装置によれば、可動子の摺動方向の両端側に同一種の磁極が配置されることになるから、可動子の一端側から他端側に流れる磁束を駆動手段により形成すると、可動子の一端側で、反発力が働くと共に、可動子の他端側で吸引力が働く。したがって、請求項9記載の流体駆動装置によれば、可動子を高効率で往復運動させることができる。

【0026】

また、このような可動子は、例えば、請求項10記載のように構成されると、

組み立て性が良く、便利である。請求項10記載の流体駆動装置における可動子は、その可動子中央部を構成する可動子中央構成部材と、可動子端部を構成する可動子端部構成部材と、の間に永久磁石が介挿された状態で、螺子により、その可動子中央構成部材と、永久磁石と、可動子端部構成部材と、が連結されて構成される。このように可動子を構成すれば、永久磁石の位置決め、固定が簡単にに行え、請求項9記載の可動子を簡単に作成することができる。したがって、流体駆動装置を安価に製造することができる。

【0027】

また、この流体駆動装置においては、請求項11記載のように、可動子の中央より対称的な位置に一対の上記永久磁石を設けるのがよい。このように構成された請求項11記載の流体駆動装置によれば、偏心量を小さくすることができる。また、可動子の推力は永久磁石周囲において駆動手段により及ぼされることになるので、その永久磁石周囲に摺動材を設けると、可動子をスムーズに駆動することができる。

【0028】

その他、本発明の駆動手段は、請求項12記載のように構成されるとよい。請求項12記載の流体駆動装置における駆動手段は、可動子収容部の可動子摺動方向に沿う側面を包囲する環状の励磁コイルと、その励磁コイル外周を包囲する磁路形成用のヨークと、により構成される電磁石を備えている。駆動手段は、この電磁石により可動子収容部内において可動子の摺動方向に磁束を発生させ、更に、電磁石の磁極を周期的に反転させることにより、可動子を可動子収容部内で往復運動させる。

【0029】

このように構成された流体駆動装置によれば、可動子収容部内において複雑な機構や電気的な構造を設けずに済み、短絡等を防止するためにシール材を多用する必要がなく、流体駆動装置を安価に製造することができる。また、励磁コイルを用いるので、少ない部品点数で駆動手段を構成することができ、更には、可動子の駆動状態を自在に制御できる。

【0030】

ところで、可動子に対し推力を効果的に作用させるためには、磁極が形成されるヨークと可動子の磁性体との間の距離を小さくするのが好ましく、薄肉材料を用いて可動子収容部を形成するのが好ましい。しかしながら薄肉材料を用いて可動子収容部を形成すると、ヨークの重量で可動子収容部に曲げ応力が働き、可動子収容部の耐久性が劣化する可能性がある。また可動子収容部内がヨークの重量によって変形すると、可動子の駆動に支障をきたす可能性がある。

【0031】

したがって、請求項12記載の流体駆動装置においては、ヨークを、可動子収容部に対して非接触の状態で、可動子収容部周囲に固定する接続材を、可動子収容部の両端部に固定するのが良い。このように構成された請求項13記載の流体駆動装置によれば、ヨークの重量を、可動子収容部（シリンド）の両端で支えることができるので、ヨークの重量によって可動子収容部（シリンド）に作用する曲げ応力を緩和することができる。その他、空隙を設けずに、可動子収容部と、電磁石のヨーク等を一体に成形することで、曲げ応力を抑制しても構わない。

【0032】

また、請求項12、13に記載の流体駆動装置における励磁コイルは、請求項14記載のように、可動子収容部の側面に対し空隙を有した状態で、ヨークに固定されるのが好ましい。

発熱源となる励磁コイルを可動子収容部側面に接触させると、励磁コイルから発生した熱が内部の流体に伝導される。したがって、その流体駆動装置の構成を、熱輸送システムに適用すると、熱輸送の性能が励磁コイルの発熱により影響される可能性がある。一方、請求項14記載のように、励磁コイルと可動子収容部との間に空隙を設ければ、励磁コイルから発生する熱が、可動子収容部に拡散にくくなり、熱輸送システムの性能維持を図ることができる。

【0033】

また、磁力によって可動子を往復運動させる手法を採用する場合には、可動子の振動中心においてエネルギー的に安定な点を形成することが難しいといった問題がある。特に、請求項12記載の流体駆動装置においては、励磁コイルが通電されていない状態であっても、可動子には、励磁コイルの軸線方向外側に存在す

る磁気的に安定な位置に移動しようとするディテント力が働く。

【0034】

したがって、本発明の流体駆動装置には、請求項15記載のように、可動子端部を付勢して、その可動子を、可動子収容部内の所定位置に摺動可能に配置するためのバネ材と、そのバネ材を、可動子収容部内において付勢力を有した状態で固定するためのバネ係止部と、を設けるのが好ましい。この流体駆動装置によれば、バネ材の付勢力により可動子を所定位置に安定して配置することができ、ディテント力を打ち消すことができる。尚、バネ材は、可動子の一端側に設けられていてもよいし、両端に設けられていてもよい。

【0035】

この他、本発明の流体駆動装置においては、請求項16記載のように、可動子収容部における可動子の摺動方向に垂直な断面の面積を、流路の断面積より大きくするのが好ましい。このように可動子収容部を構成すれば、可動子の振幅に対して、流路内の流体の振幅を大きくすることができる。結果、この流体駆動装置を用いれば、熱輸送システムにおいて、熱輸送量を向上させることができる。

【0036】

以上、流体駆動装置について説明したが、本発明の流体駆動装置を、熱輸送システムに用いれば、熱輸送の性能を効果的に向上させることができる。

請求項17記載の熱輸送システムは、請求項1～請求項16のいずれかに記載の流体駆動装置と、その流体駆動装置の可動子収容部に連通する流路を備え、流体駆動装置の動作によって流路内で振動する流体と熱交換して、外部の熱源から流体に供給される熱を、低温部へと輸送する熱輸送体と、を備えるものである。

【0037】

この熱輸送システムによれば、流体駆動装置を用いて、流路内の流体を効果的に振動させることができるのであるから、外部の熱源から流体に供給される熱を、効率的に低温部へと輸送することができる。したがって、本発明の熱輸送システムによれば、熱輸送の性能を大幅に向上させることができる。

【0038】

その他、請求項18記載のように熱輸送体を構成すれば、さらに熱輸送の効率

を高めることができる。請求項18記載の熱輸送システムにおける熱輸送体は、隣接する流路で流体の移動方向が互いに逆方向となる構成にされており、流体駆動装置の動作によってその流路内で振動する流体と熱交換して、流体が有する熱を隣接する流路の流体に輸送し、外部の熱源から流体に供給される熱を、低温部へと輸送する。尚、隣接する流路は、一本の流路を蛇行させることで構成されてもよいし、複数本の流路を並列に配置することで構成されてもよい。

【0039】

このように構成された請求項18記載の熱輸送システムによれば、隣接する流路で流体が互いに逆方向に振動するので、隣接する流路に介在する熱輸送体の壁面は、一方の面で、高温部から搬送されてきた要素に晒され、他方の面で低温部から搬送されてきた要素に晒されることになる（図10参照）。したがって、その空間では、流路が隣接されていない場合に比べて、温度が急勾配となる。結果、隣接する流体の間では、効果的に熱が移動され、熱輸送の性能が向上するのである。尚、本発明の流体駆動装置は、熱輸送システムに活用されることを主目的として構成されたものであるが、この用途に限定されるものではない。

【0040】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施例について、図面とともに説明する。尚、図1は、本発明が適用された熱輸送システム1の構成を表す説明図である。

図1に示す本実施例の熱輸送システム1は、発熱体3の冷却システムとして機能するものである。この熱輸送システム1は、本発明が適用された流体5を振動させるための流体駆動装置10と、その流体駆動装置10に繋がる流路23を備える熱輸送デバイス20と、から構成される。

【0041】

熱輸送デバイス20は、熱輸送デバイス本体21と、その熱輸送デバイス本体21に形成された流路23の両端部23a, 23bの夫々を流体駆動装置10に接続するための一対の接続管31と、から構成される。熱輸送デバイス本体21は、蛇行形状の流路23内に流体5が充填されたプレート状のものであり、その長手方向の一端に、放熱部25を備える。放熱部25は、流路23内に充填され

た流体5を冷却するものである。一方、熱輸送デバイス本体21の他端には、冷却対象の発熱体3（電子計算機に用いられるマイクロプロセッサ等の電子部品）が配置される。

【0042】

この熱輸送デバイス本体21は、高い熱伝導率を示す銅やアルミニウム等の金属プレートの積層体として構成されている。各金属プレートには、エッチング処理により、上記蛇行形状の流路として機能する溝が形成され、これら金属プレートの積層によって、当該熱輸送デバイス本体21内には多層の流路23が形成される。尚、各金属プレートは、その厚み方向に積層され、ろう付け又は熱圧着されて結合される。

【0043】

具体的に、当該熱輸送デバイス本体21内の流路23は、図2(a)に示すように4層の流路231, 233, 235, 237で構成されている。尚、図2(a)は、熱輸送デバイス本体21における厚み方向の断面構成を表す図である。また、図2(b)は、熱輸送デバイス本体21のA-A'断面図、図2(c)は、熱輸送デバイス本体21のB-B'断面図である。その他、図3は、熱輸送デバイス本体21における最上層の流路231の構成を表す斜視図である。

【0044】

図2(b)及び図2(c)に示すように、各層の流路23は、一本の蛇行流路により構成されており、隣り合う流路23における流体5の移動方向が逆方向となるようにされている。また特に、冷却対象の発熱体3上部の流路23は、熱輸送デバイス本体21の底部21aに向けられている。

【0045】

即ち、本実施例では、放熱部25側から発熱体3側に向けて当該熱輸送デバイス本体21の底面に対し平行に延びる流路23を、冷却対象の発熱体3が配置される熱輸送デバイス本体21の端部において、熱輸送デバイス本体21の底部21aに向け、発熱体3に隣接する流路を板状の発熱体3に対して垂直に配置すると共に、蛇行流路の折り返し部23cを発熱体3に面する部位に配置している。この構成により本実施例では、流路23内の流体5のうち発熱体3近傍に位置す

る流体5を、発熱体3に向けて衝突するかのごとく振動変位させる。

【0046】

一方、流体5を振動させるための流体駆動装置10は、上記各層の流路の端部に繋がる一対の接続管31に接続されている。尚、図4は、本実施例の流体駆動装置10の外観図であり、図4(a)は、流体駆動装置10の側部の構成を表す説明図、図4(b)は、矢印C方向から見た流体駆動装置10の端部の構成を表す説明図である。また、図5は、流体駆動装置10のD-D'断面図である。その他、図6は、D-D'断面の一部を拡大して表した流体駆動装置10の一部拡大断面図である。

【0047】

図5に示すように、本実施例の流体駆動装置10は、接続管31を通じて熱輸送デバイス本体21の上記各層の流路231, 233, 235, 237の両端部23a, 23bに連通された筒状のシリンダ41を備える。即ち、一対の接続管31は、夫々、シリンダ41の端部と連通されるようにして、流体駆動装置10に接続されている。このシリンダ41は、シリンダ軸線方向に沿って摺動可能な単一のピストン43を自身内部に備えている。また、ピストン43の摺動方向に垂直なシリンダ41の断面積は、上記接続管31及び熱輸送デバイス21の流路23の断面積より大きくされている。

【0048】

一方、ピストン43は、シリンダ41より短く構成されており、シリンダ41内においては、ピストン43の摺動方向両端部と接続管31の各端部との間に介在する空間45に接続管31から流れ込む流体5が充填される。

また、シリンダ41の軸線方向に沿うシリンダ側面の周囲には、そのシリンダ中央部においてシリンダ41の側面を包囲する中空円筒状の励磁用ソレノイドコイル47が設けられている。このソレノイドコイル47は、コイルボビン48に導線49が巻回されてなるものであり、コイルボビン48の内径は、シリンダ41の外径より若干大きくされている。このソレノイドコイル47は、コイルボビン48がシリンダ41側面に接触しないようにされて、ソレノイドコイル47の外周を包囲する磁路形成用のヨーク51に固定される。

【0049】

ヨーク51は、一対のヨーク構成体51a, 51bから構成されている。ヨーク構成体51a, 51bは、一端が開口された有底筒状のものであって、底部中心にシリンダ41を挿通するための孔部51cを備えるものである。このヨーク構成体51a, 51bの孔部51cは、シリンダ41の外径より若干大きくされている。

【0050】

ヨーク51は、上記構成の一対のヨーク構成体51a, 51bの開口端が連結されて構成され、その状態でソレノイドコイル47外周全体を包囲し、コイルボビン48に嵌合されてソレノイドコイル47を内部に固定する。尚、ヨーク構成体51bには、ソレノイドコイル47を構成する導線49の両端を、外部に引き出すための引出部51dが二つ設けられている。また、このソレノイドコイル47には、当該ソレノイドコイル47に交流電圧を印加して、ソレノイドコイル47を励磁するための駆動回路53が電気的に接続されている。そして、ヨーク51は、シリンダ41の側面と接触しないようにされて、シリンダ41の両端部に嵌合される一対のシリンダキャップ55に螺子止めされる。

【0051】

シリンダキャップ55は、一端が開口された有底筒状のものであり、開口端にフランジ部55aを備えたものである。シリンダキャップ55の内径は、概ねシリンダ41の外径に等しくされており、底部の中央には、接続管31を挿通するための孔部55bが形成されている。この一対のシリンダキャップ55は、夫々、開口端側から、シリンダ41の端部に嵌合され、フランジ部55aに取り付けられた螺子57を介してヨーク51に固定される。

【0052】

即ち、このシリンダキャップ55は、シリンダ41の端部に嵌合されて、そのシリンダ41の端部に固定され、ヨーク51を、シリンダ41に対して非接触の状態で、シリンダ41の側面周囲に固定する。したがって、ヨーク51に固定されるソレノイドコイル47は、シリンダ41の側面との間に空隙を有した状態、即ち、シリンダ41に対し非接触の状態にて、そのシリンダ側面周囲に配置され

る。

【0053】

尚、シリンダキャップ55の内壁には、Oリング59を収容するためのリング状の溝55cが設けられている。このOリング59は、シリンダ41の両端から漏れ出る流体5がソレノイドコイル側に浸入するのを防止するためのものである。

【0054】

その他、シリンダ41内におけるピストン43両側の空間45には、シリンダキャップ55が取り付けられる前に、一対のコイルバネ61と、バネ係止材63と、が収容される。尚、バネ係止材63は、コイルバネ61をバネ力を発揮させた状態でシリンダ41内に固定するためのものである。

【0055】

このコイルバネ61は、シリンダ41中央部に（具体的には、ソレノイドコイル47の中心とピストン43の中心が一致するように）ピストン43を摺動可能な状態で配置するためのものである。コイルバネ61は、シリンダキャップ55の底部で固定されるバネ係止材63とピストン43の端部との間に挟まれて、ピストン43の端部からその中心方向に付勢力を及ぼした状態で、シリンダ41内に固定される。尚、バネ係止材63は、シリンダ41内径と同径の円盤状であって、その中心部に接続管31と同程度の孔部63aを有したものである。

【0056】

次に、ピストン43の構成について説明することにする。尚、図7は、ピストン43を構成する各部材を展開して表したピストン43の展開図である。本実施例の流体駆動装置10に用いられるピストン43は、当該ピストン43の中央部を構成するピストン中央構成体71と、ピストン43の端部を構成する一対のピストン端部構成体73と、そのピストン中央構成体71及びピストン端部構成体73の間に介挿される一対の永久磁石75及び摺動材（テフロン（登録商標）製）77と、から構成されている。尚、摺動材としては、その他にカーボン、或いはニッケルめっき材を用いることができる。

【0057】

永久磁石75は、軸線に沿って孔部75aを有する円柱形状ものであって、軸線に沿う両端部に磁極（N極／S極）を有するものである。この永久磁石75の外径は、ピストン43の径より小さくされている。

一方、ピストン端部構成体73には、この永久磁石75の孔部75aに挿通されて、ピストン中央構成体71の両端に設けられた螺子孔71aに螺合される螺子部73aが設けられている。また、ピストン端部構成体73のピストン中央構成体71側の端部には、摺動材77（具体的には、すべり軸受材）を嵌合するための小径部73bが形成されている。この小径部73bは、上記永久磁石75と同様にピストン43の径より小さくされている。尚、摺動材77を嵌合するための小径部71bは、ピストン中央構成体71の両端にも設けられている。

【0058】

このピストン端部構成体73、ピストン中央構成体71、永久磁石75、及び、摺動材77は、ピストン端部構成体73の螺子部73aに永久磁石75が挿通され、更に摺動材77が小径部73bに嵌合された状態で、その螺子部73aがピストン中央構成体71の螺子孔71aに螺合されて、互いに連結される。

【0059】

このように構成されるピストン43は、自身中央より摺動方向に沿って両側に対称的な位置に、一対の摺動材77を備え、そのピストン43側面に設けられた摺動材77の内側に永久磁石75を備える構成にされる。また、シリンダ41の内壁と接するピストン43の摺動面は、摺動材77にて構成される。そして、一対の永久磁石75は、ピストン43の中央より対称的な位置において、互いに同一種の磁極（S極）が対向されるように配置される。

【0060】

以上、流体駆動装置10及び熱輸送デバイス20の構成について説明したが、以下には、それらの動作説明をする。

上述のようにソレノイドコイル47には交流電圧が印加されるため、駆動回路53により、ソレノイドコイル47を包囲するヨーク51の孔部51c内面には、磁極としてのN極及びS極が交互に周期的に生成される。この際、ソレノイドコイル47の一端側に位置するヨーク51の孔部51cにはN極が形成され、ソ

レノイドコイル47の他端側に位置する孔部51cにはそれとは反対のS極が形成される。

【0061】

したがって、シリンダ41の内部では、ピストン43の摺動方向（即ちシリンダ軸線方向）に沿って磁束が生成される。そして、ピストン43には、ヨーク51のN極からシリンダ端部方向の反発力が及ぼされ、それとは反対側に位置するヨーク51のS極からシリンダ中心方向の吸引力が及ぼされる。これによりピストン43は、ヨーク51のS極からN極側に摺動する。ピストン43は、この動作を、磁極の反転周期に合わせて繰り返す。

【0062】

即ち、駆動回路53は、達成されるべきピストン43の振動周期に対応する周期の交流電圧をソレノイドコイル47に印加することにより、ソレノイドコイル47の中心を振動中心として、ピストン43をシリンダ41の軸線方向に沿って往復運動させる。

【0063】

尚、ピストン43には、ソレノイドコイル47が通電されていない時においても、磁気的に安定な点を求めてソレノイドコイル47より軸線方向外側に移動しようとするディテント力が働くが、本実施例では、上述のコイルバネ61の付勢力が、そのディテント力を打ち消すようにピストン43に及ぼされるため、ピストン43は、ソレノイドコイル47の非通電時において、ソレノイドコイル47の中心に安定して配置される。

【0064】

そして、ピストン43が往復運動すると、ピストン43の移動分だけシリンダ41の一端から流体5が吐き出されて、それが熱輸送デバイス本体21の流路23一端に流入し、流路23他端から同量の流体が吐き出される。このような原理により、熱輸送デバイス内の流体5は、ピストン43の往復運動に合わせて図2に示す矢印方向に振動する。尚、図2に示す矢印xは、流路端部23a側にピストン43が移動する場合の流体5の移動方向を示すものであり、矢印yは、流路端部23b側にピストン43が移動する場合の流体5の移動方向を示すものであ

る。

【0065】

熱輸送デバイス本体21は、この流体駆動装置10の動作によって自身内部の流路23内で振動する流体5と熱交換して、上述の原理（図10参照）により発熱体3から流体5に供給される熱を、高速に、低温部としての放熱部25へと輸送する。

【0066】

即ち、熱輸送デバイス本体21内では、隣り合う流路23を仕切る仕切部22を挟んで温度が高い流体5と温度が低い流体5とが周期的に対向することとなるため、上述のごとく、温度の高い流体5が有する熱は、隣接する流路の温度の低い流体5に輸送され、その熱は流体5の振動により「蛙飛び」のように移動する。そして、発熱体3の温熱は熱輸送デバイス本体21の上方向に伝導しながら低温部としての放熱部25へと移動するのである。

【0067】

この時、発熱体3近傍に位置する流体5は、発熱体3に向けて衝突するごとく振動変位するので、流路23内のうち発熱体3に対応する部位にて流体5が乱流状態で振動し、発熱体3に対応する部位に温度の低い流体5が断続的に衝突して発熱体3と流体5との熱伝達率が増大する。したがって、本実施例では、乱流がない場合に比べて発熱体3から短時間に多くの熱を回収することができ、高速に熱を輸送することができる。

【0068】

以上、本実施例の熱輸送システム1及び流体駆動装置10について説明したが、本実施例の流体駆動装置10においては、熱輸送デバイス本体21が構成する流路23の両端部23a、23bに連通されたシリンダ41内のピストン43の往復運動により、流路23内に充填された流体5が流路方向（図2矢印x、y方向）に精度よく振動する。そして、この際、流体5が存在する領域の体積が変化しないため、流路23内においてキャビテーション（気泡）などは発生しない。したがって、この流体駆動装置10においては、キャビテーションの発生を原因とする装置の振動、騒音などをなくすことができる。

【0069】

また、本実施例の熱輸送システム1では、単一のピストン43を、単一のソレノイドコイル47にて駆動して流体5を振動させることができるために、複数のポンプ装置80（図9（b）参照）が存在する場合に必要な駆動手段の同期等が必要とされず、ピストン43の駆動制御を簡単に行うことができる。したがって、本実施例によれば、熱輸送システム1に好適な流体駆動装置10を安価に製造することができ、安価に熱輸送システム1を構築することができる。

【0070】

その他、本実施例の流体駆動装置10によれば、シリンダ41の外部にソレノイドコイル47を設け磁力によってピストン43を往復運動させているので、ソレノイドコイル47の周囲にOリング59を配置して、シリンダ41端部から流出する流体5がソレノイドコイル47側に浸入するのを防止する程度で、電子回路の短絡等を防止することができる。また、シリンダ41内を簡単に密閉することができため、流体5の外部への流出を容易に防止することができる。

【0071】

また特に、本実施例では、同一種の磁極（S極）が対向するように永久磁石75を配置し、ピストン43の一方から吸引力が働き、ピストン43の他方から反発力が働くようにしているので、ピストン43について高い推力を得ることができ、ピストン43を少ない電力で効率的に往復運動させることができる。

【0072】

その他、本実施例では、ピストン43中央より軸線方向に沿って両側に対称的な位置（両端）に摺動材77を設けて、その摺動材77で、シリンダ41内壁と接するピストン43の摺動面を、ピストン43の両端に形成しているので、ピストン43をスムーズに駆動することができ、装置の耐久性を向上させることができ。また、シリンダ41内壁に軸受などを設ける必要がなく、部品点数を減らすことができるので、装置の低コスト化を図ることができる。

【0073】

また特に、本実施例では、ピストン43中央より軸線方向に沿って両側に対称的な位置（両端）に永久磁石75を配置し、摺動材77を、ソレノイドコイル4

7により発生する磁場によってピストン43の推力（磁力）が作用する永久磁石75周囲に一対設けて、その位置に摺動面を形成しているので、偏心量を充分に小さくすることができる。よって、この流体駆動装置10によれば、ピストン43を適切にシリンダ軸線方向に往復運動させることができ、装置の耐久性を向上させることができる。

【0074】

また、本実施例では、ピストン43を構成する各部品を螺子止めにより軸方向に連結する手法を採用しているので、ピストン43の組み立て性がよく、安価に流体駆動装置10を作成することができる。

その他、本実施例では、ヨーク51及びソレノイドコイル47からなる電磁石の磁極近傍であるヨーク51の孔部51c内面と、シリンダ41側面との間に空隙を設け、ヨーク51及びシリンダ41が互いに接触しないようにしているので、ヨーク51の孔部51c内面を支点としてシリンダ41に曲げ応力が働くのを抑制することができる。特に、本実施例では、シリンダキャップ55によりヨーク51を保持しているので、ヨーク51の重量によってシリンダ41に強い曲げ応力がかかるのを抑制することができ、流体駆動装置10の耐久性を効果的に向上させることができる。

【0075】

また、本実施例では、ソレノイドコイル47のコイルボビン48とシリンダ41とを非接触の状態にして、コイルボビン48とシリンダ41との間に空隙を設けているから、ソレノイドコイル47から発生する熱が、シリンダ41に拡散するのを抑制することができ、ソレノイドコイル47が発熱源となって発熱体3の冷却性能が劣化するのを抑制することができる。

【0076】

その他、本実施例では、流路23に対してシリンダ41の断面積を大きくしているので、ピストン43の振幅に対して、流路23内の流体5の振幅を大きくすることができ、結果として、熱輸送システム1における熱輸送の性能を効果的に向上させることができる。

【0077】

尚、本発明の接続材は、本実施例のシリンドキャップ 55 に相当し、熱輸送体は、熱輸送デバイス 20 に相当する。また、駆動手段は、ソレノイドコイル 47 とヨーク 51 とにより構成される電磁石と、それを駆動する駆動回路 53 と、により構成される。

【0078】

また、本発明の流体駆動装置及び熱輸送システムは、上記実施例に限定されるものではなく、種々の態様を探ることができる。

例えば、上記実施例の流体駆動装置 10 は、熱輸送システム 1 に活用されることを主目的として構成されたものであるが、この用途に限定されるものではない。また、本実施例では、ヨーク 51 と、シリンド 41 とを別体で構成し、それらの間に空隙を設けるようにしてシリンド 41 に曲げ応力が及ばないようにしたが、空隙を設ける代わりに、シリンド 41 とヨーク 51 とを一体に成形することで曲げ応力を抑制するようにしても構わない。

【0079】

その他、ピストン 43 の側面周囲には、ラビリンスシールを設けて、流体 5 が、シリンド 41 とピストン 43 との間に形成された隙間を通じて、一端から他端側に流れ出ないようにすると良い。このようにすれば、効果的に流体 5 を振動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 热輸送システム 1 の構成を表す説明図である。

【図 2】 热輸送デバイス本体 21 の構成を表す断面図である。

【図 3】 热輸送デバイス本体 21 における最上層の流路 231 の構成を表す斜視図である。

【図 4】 流体駆動装置 10 の外観図である。

【図 5】 流体駆動装置 10 の D-D' 断面図である。

【図 6】 D-D' 断面の一部を拡大して表した流体駆動装置 10 の拡大断面図である。

【図 7】 ピストン 43 を構成する各部材を展開して表したピストン 43 の展開図である。

【図8】 热輸送の原理に関する説明図である。

【図9】 従来のポンプ装置80の使用態様を表す説明図である。

【図10】 対向振動流型の熱輸送システムにおける熱輸送の原理を示した説明図である。

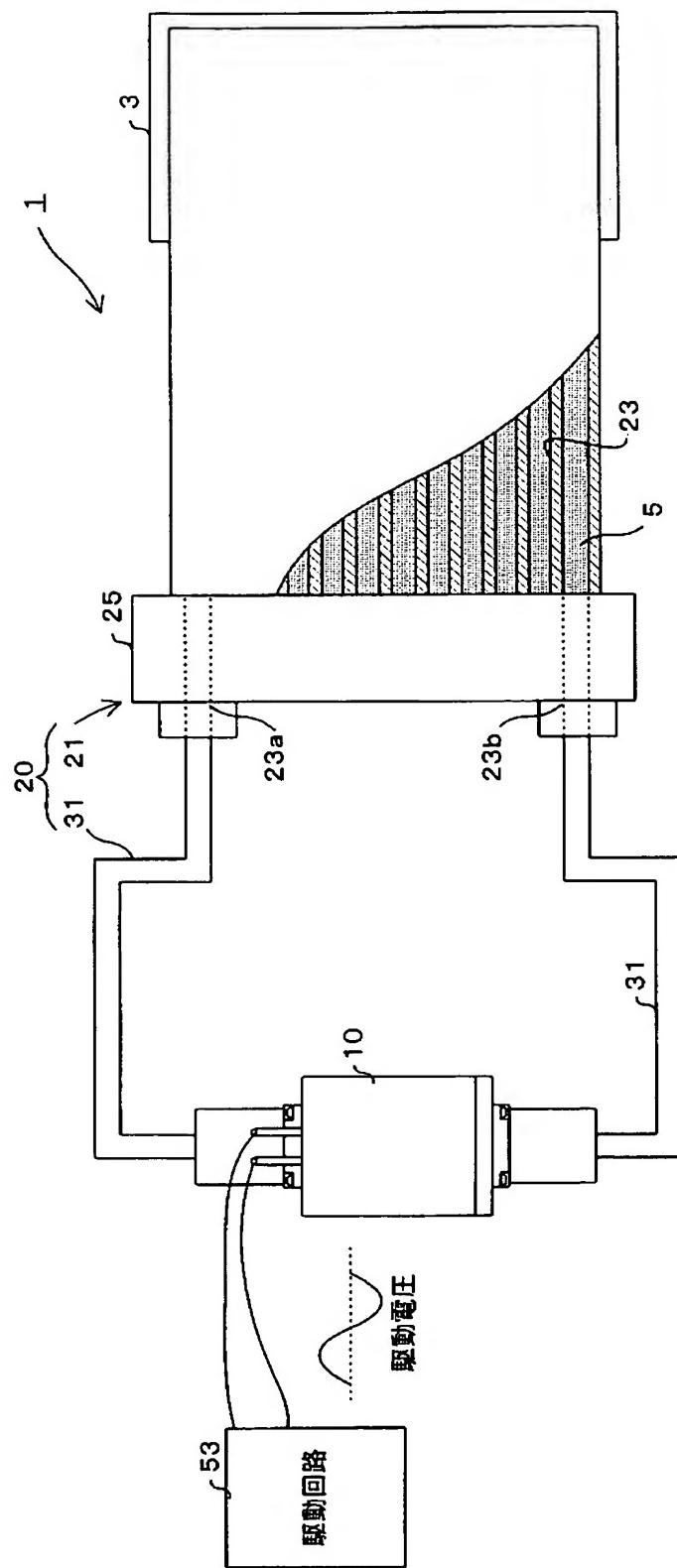
【符号の説明】

1…熱輸送システム、3…発熱体、5…流体、10…流体駆動装置、20…熱輸送デバイス、21…熱輸送デバイス本体、22…仕切部、23…流路、25…放熱部、31…接続管、41…シリンダ、43…ピストン、47…ソレノイドコイル、48…コイルボビン、49…導線、51…ヨーク、51a, 51b…ヨーク構成体、51c, 55b, 63a, 75a…孔部、51d…引出部、53…駆動回路、55…シリンダキャップ、55a…フランジ部、57…螺子、59…Oリング、61…コイルバネ、63…バネ係止材、71…ピストン中央構成体、71a…螺子孔、71b, 73b…小径部、73…ピストン端部構成体、73a…螺子部、75…永久磁石、77…摺動材

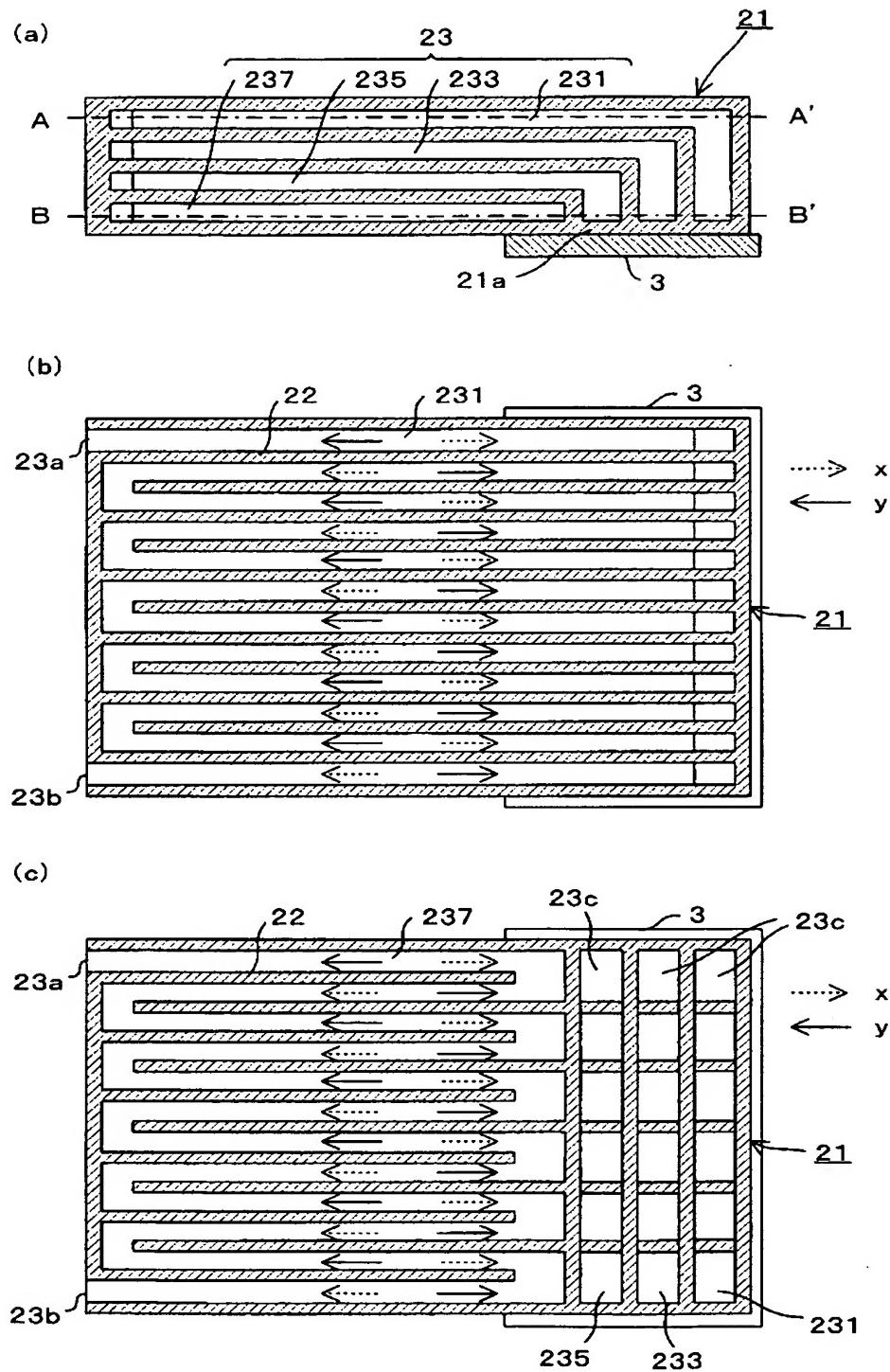
【書類名】

図面

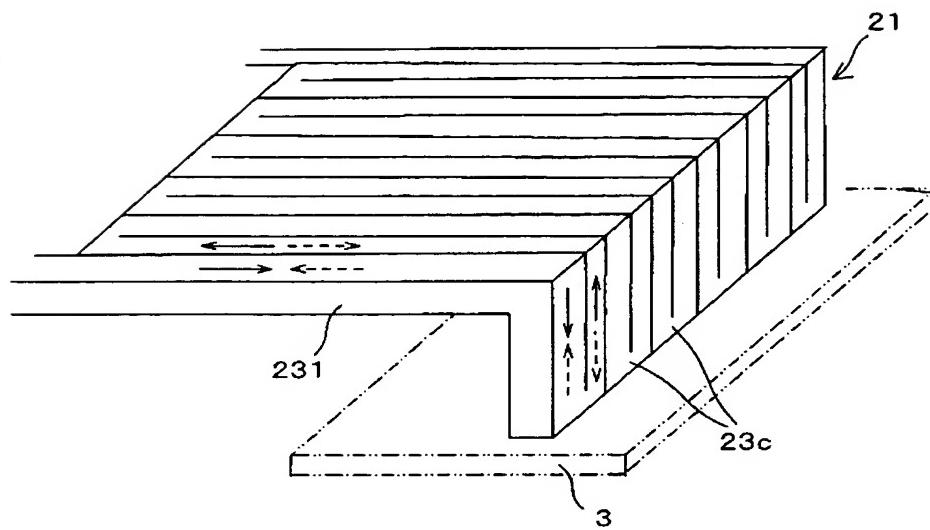
【図 1】



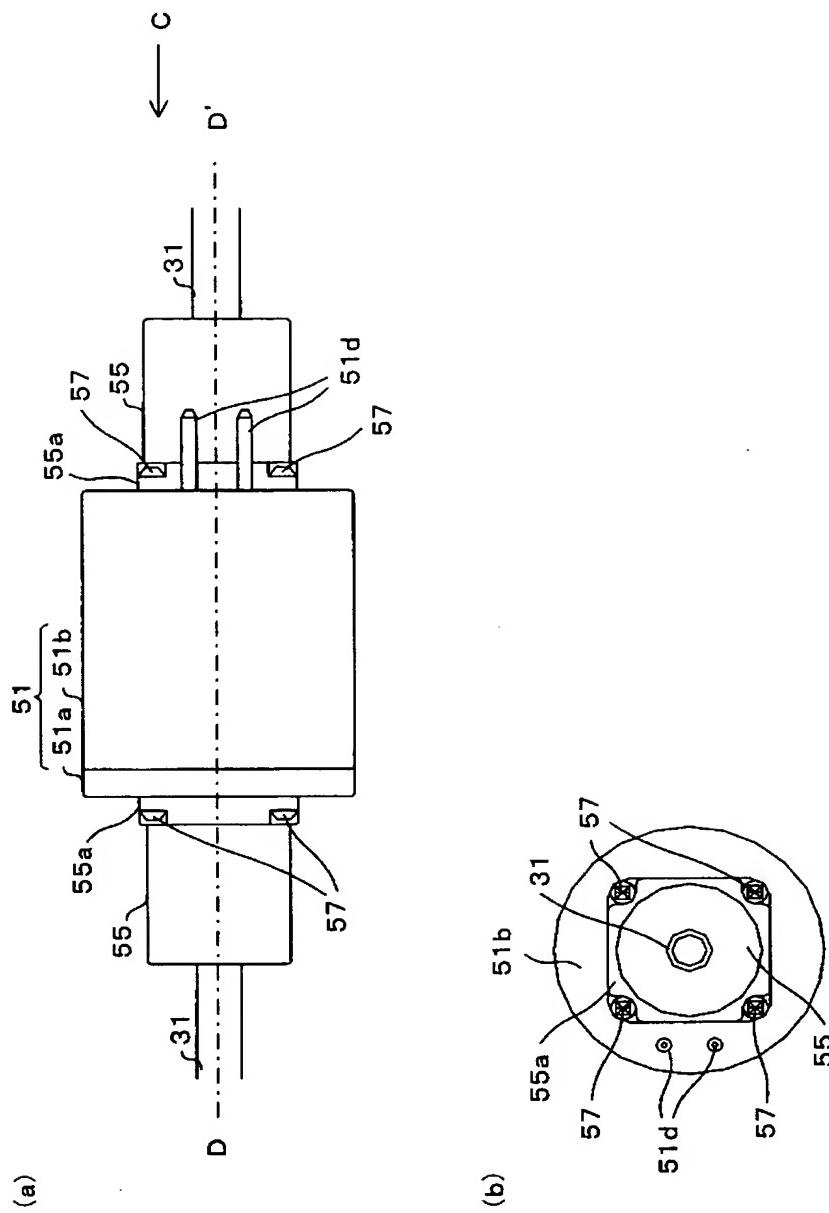
【図 2】



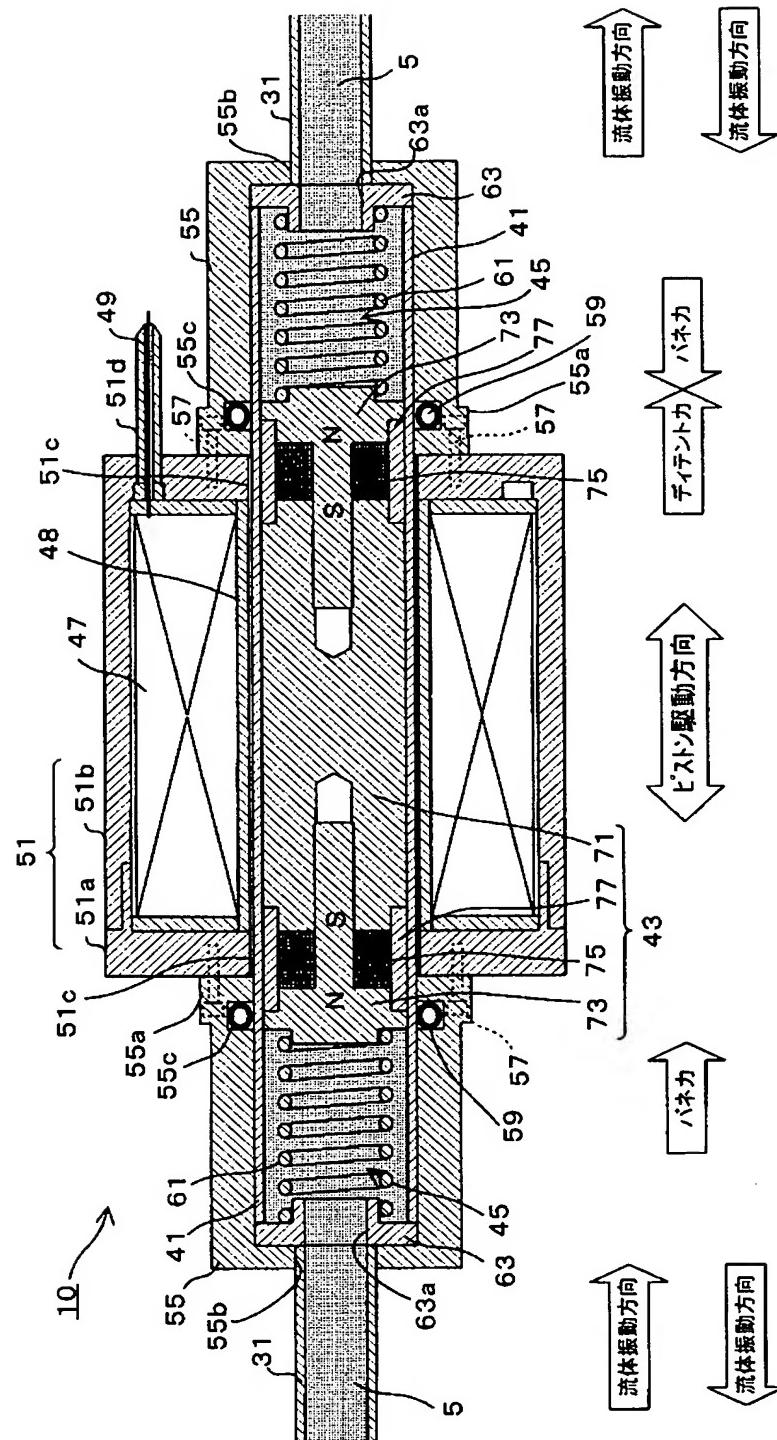
【図3】



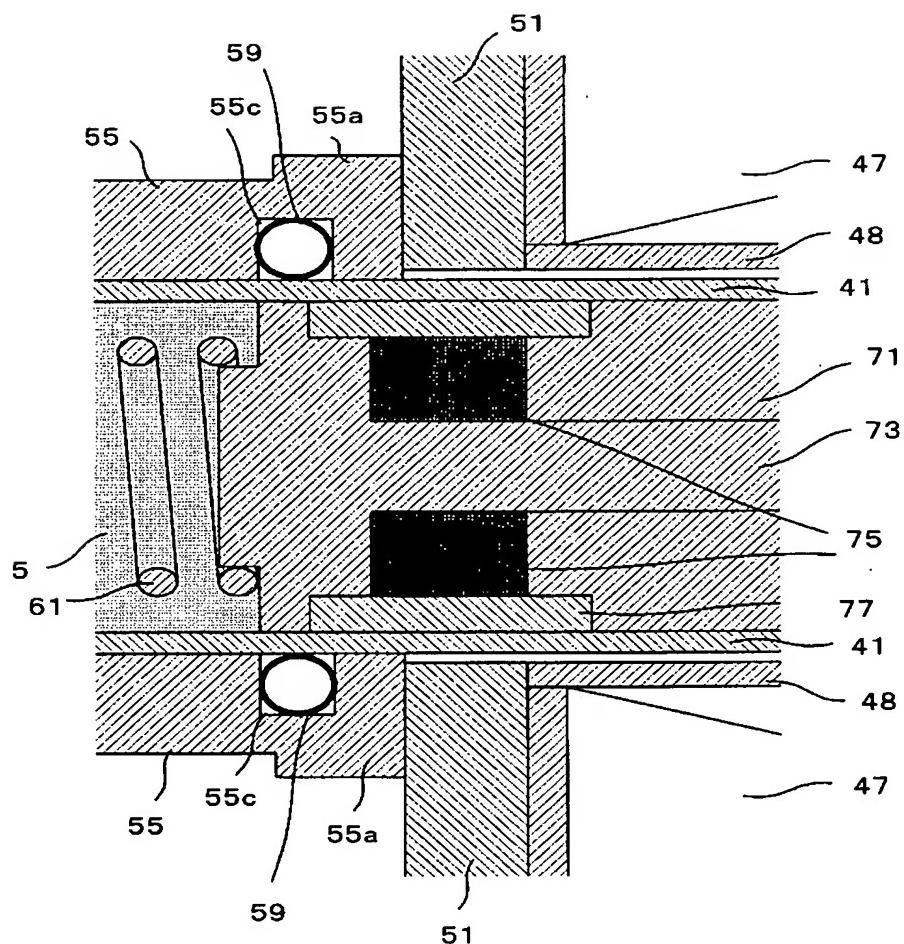
【図4】



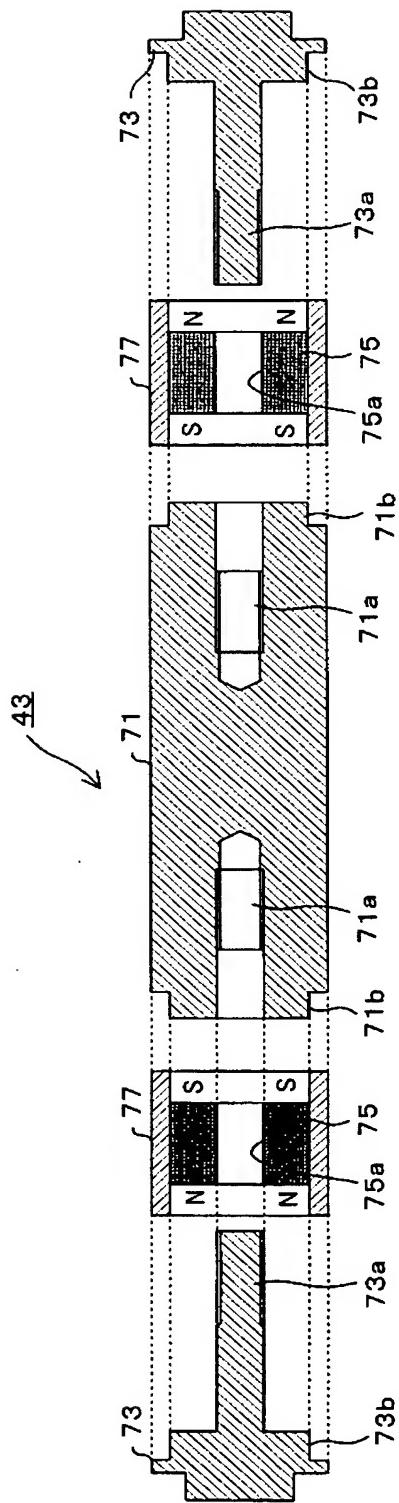
【図5】



【図6】

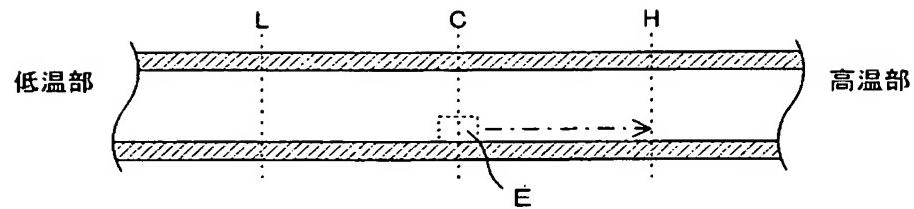


【図 7】

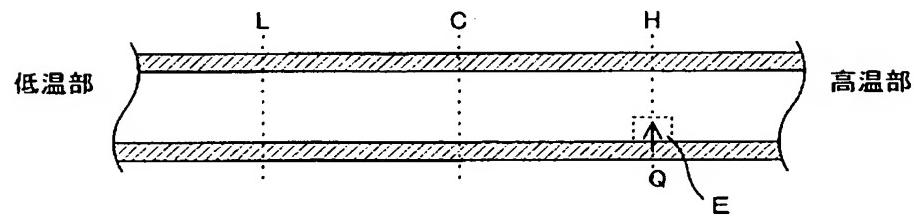


【図 8】

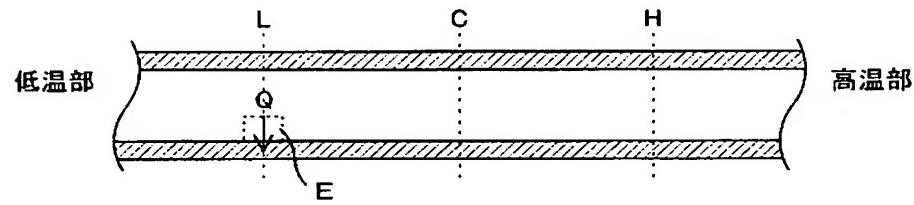
(a)



(b)

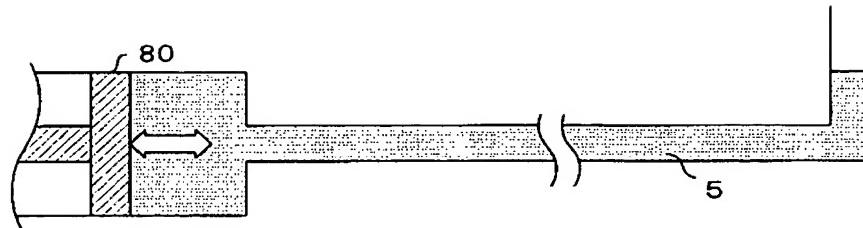


(c)

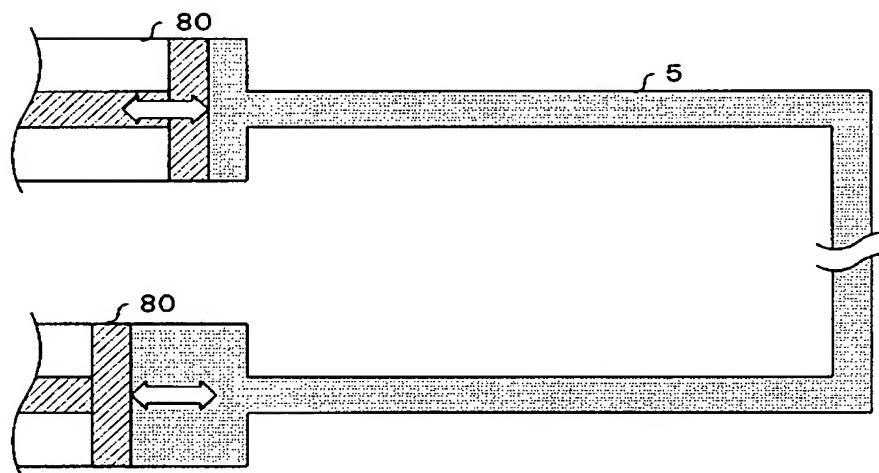


【図 9】

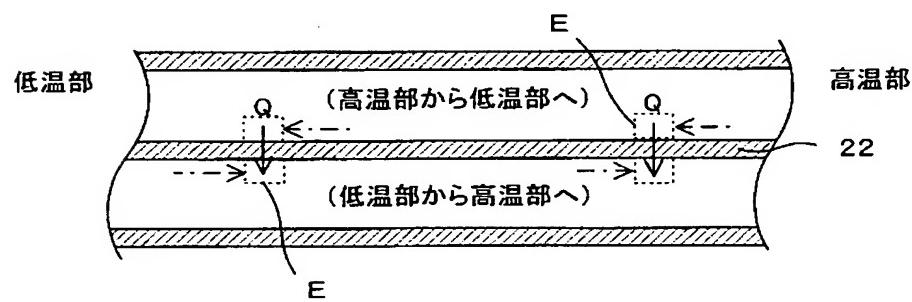
(a)



(b)



【図 10】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 流路内に充填された流体を、その流路方向に振動させるのに好適な流体駆動装置を提供すると共に、高性能な熱輸送システムを提供すること。

【解決手段】 流体駆動装置10は、熱輸送デバイスに形成された蛇行流路の両端部に連通されたシリンダ41を備える。シリンダ内には、その軸線方向に摺動可能にピストン43が配置されている。また蛇行流路に繋がるピストンの両側の空間45には流体5が充填される。シリンダの側面周囲に設けられたソレノイドコイル47は、周期的に磁極を反転させて、ピストンをシリンダ内で往復運動させる。ピストンをスムーズに駆動すると共に偏心量を小さくするため、ピストンには、一対の摺動材77がその端部に設けられている。このピストンの動作により流路内の流体が振動すると、熱輸送デバイスの見かけ上の熱伝導率は高まり、発熱体から放熱部へと高速に熱が拡散する。

【選択図】 図5

特願 2003-054582

出願人履歴情報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日

[変更理由] 名称変更

住所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏名 株式会社デンソー